

[Claim 1] An anisotropic conductive connection material for connecting a semiconductor element having an electrode at a position lower than a passivation film to a circuit substrate having an electrode corresponding to the electrode, including an insulating adhesive component and conductive particles, wherein the conductive particle is a particle in which a surface of a polymer nucleus particle is coated with a metallic layer, and an average particle diameter of the conductive particles is at least 1.5 times as large as a difference between a height of the passivation film and a height of the electrode of the conductive element.

[0007] One of members to be connected by the anisotropic conductive connection material according to the present invention is a semiconductor element comprising electrodes at positions lower than passivation films provided on the semiconductor element. An example of the semiconductor element thus constituted is a semiconductor element not provided with such a protrusion as a bump on the electrode, which is generally called a bumpless IC. The semiconductor element thus constituted comprises the passivation film in a periphery of each of the electrodes, and the height of the electrode is smaller than that of the passivation film. Examples of resin used in the passivation film are polyimide resin, polybenzocyclobutene, polytetrafluoroethylene (Teflon, registered trademark), and the like.

[0008] The other of the members to be connected, to which the semiconductor element thus constituted is connected, is a circuit substrate, wherein electrodes are provided at positions corresponding to the electrodes of the semiconductor element, and a circuit pattern is formed so as to be extended from these electrodes to other sections of the substrate. Examples of the

circuit substrate are a resin substrate such as an epoxy resin / glass substrate, a glass substrate, a flexible resin substrate made of polyimide resin or the like, and the like. As the electrodes are used conventional conductors made of copper, silver, aluminum or the like.

[0010] As examples of a base resin of thermosetting resin used in an insulating adhesive component in the connection material according to the present invention, any of epoxy resin, urethane resin, phenol resin, polyester resin including hydroxyl groups, acrylic resin including hydroxyl groups, and resin which is cured by heating or irradiation of UV or the like when used in combination with a curing agent can be unlimitedly used. In view of a curing temperature, a curing time, stability when preserved, and the like, epoxy resin is particularly preferable. Examples of the epoxy resin which can be used are bisphenol-type epoxy resin, epoxy novolac resin, a epoxy compound including at least two oxirane groups in its molecule, and the like. Other possible candidate may be radical polymerization resin. As these resins, products commercially available can be used.

[0011] The base resin in the thermosetting resin is generally curable when used in combination with a curing agent, however, the curing agent is unnecessary in the case where functional groups contributing the curing reaction are bonded to the base resin. As the curing agent may be used a substance which reacts with the base resin and cured by heating, irradiation of light or the like, such as imidazole, amine, acid anhydride, hydrazide, dicyandiamide, a modified product obtained from these substances or the like. Other than the foregoing examples, a commercially available product can also be used. A latent curing agent is

preferably used as the curing agent.

[0013] In the present invention, a thermoplastic polymer material can be blended with the adhesive component so that the connection material can be used in the form of a coating material or a film. Examples of the thermoplastic polymer material which can be used are phenoxy resin, polyester resin, acrylic resin, NBR, SBR, and the like.

[0015] Examples of the polymer nucleus particle constituting the conductive particle which can be used are epoxy resin, styrene resin, silicone resin, acrylic resin, acrylic / styrene resin (copolymer of acrylate and styrene), polyolefin resin, synthetic resin such as melamine resin or benzoguanamine resin, divinylbenzene cross-linking substance, synthetic rubber such as NBR or SBR, and a particles obtained from the combination of these substances. Of these examples, styrene resin, acrylic resin, acrylic / styrene resin, benzoguanamine resin, and divinylbenzene cross-linking substance are preferably used. A hardness, elasticity, and the like of the polymer nucleus particles are not particularly limited, and any substances in which the hardness, elasticity, and the like are appropriate can be selected.

[0016] In the metallic layer coating the polymer nucleus particles, one or at least two of nickel, gold, copper, silver and the like can be used, and nickel is preferably used. These metals are preferably applied to the surfaces of the polymer nucleus particles by means of the electroless or electrolytic plating. A film thickness of the metallic layer is 5 to 300 nm, and preferably 10 to 200 nm. As for a constitution of the metallic layer, a metallic layer comprising nickel plating as an underlay coating and gold plating applied thereon is especially preferred, in which case a film thickness of

the ground nickel plating is 10 to 300 nm, and preferably 30 to 200 nm, and a film thickness of the gold plating is 5 to 100 nm, and preferably 10 to 30 nm.

[0020] In the present invention, the hardness (K value) of the conductive particles is 500 to 100,000 N/mm², and preferably 1,000 to 8,000 N/mm². The passivation film made of resin such as polyimide resin is easily damaged by metallic particles. However, any damage of the passivation film can be prevented when the hardness (K value) is set to the foregoing values.

[0032] In Fig. 1, 1 denotes a circuit substrate, which comprises electrodes 2. 3 denotes a semiconductor element such as an IC chip, which comprises electrodes 4 and passivation films 5 made of polyimide resin in the periphery of the respective electrodes 4. The electrodes 4 are provided at positions lower than the passivation films 5, and a difference between heights of the electrode 4 and the passivation film 5 is h. The electrodes 2 and 4 are provided at positions opposing to each other, and connected to each other such that they face each other with a connection material 6 having a film shape interposed therebetween. An insulating adhesive component 7 including thermosetting resin and conductive particles 8 constitute the connection material 6. When a connection material in the form of paste is used, the circuit substrate 1 is coated therewith. The conductive particle 8 has a structure where a surface of polymer nucleus particle 8a is coated with a metallic layer 8b. An average particle diameter d is at least 1.5 times as large as the difference h between the heights of the passivation film 5 and the electrode 4, and at most 0.5 times as large as an interval s between the adjacent electrodes.

[0033] Describing a connecting process, the connection material

6 is placed in a connection region of the circuit substrate 1, the semiconductor element 3 is placed so as to face the electrodes with the connection material 6 interposed between itself and the circuit substrate, and a pressure is applied in an arrow xy direction while the connection material 6 is heated at the same time. Accordingly, the adhesive component 7 of the connection material 6 is melted and flows into between the circuit substrate 1 and the semiconductor element 3 where the electrodes 2 and 4 are not present, and the thermosetting resin is then cured. As a result, a connected body 10 is obtained as a result of mechanical bonding. The conductive particles 8 are interposed between the electrodes 2 and 4 facing each other and thereby electrically connected thereto, while the adjacent electrodes 2 and 2 and the electrodes 4 and 4 are electrically insulated from each other.

[0034] In the foregoing constitution, wherein the hardness (K value) of the conductive particles 8 stays within the foregoing ranges, any possible damage to the passivation film 5 can be prevented. Further, the conductive particles 8, which has the particle diameter d which is at least 1.5 times as large as the height difference h , are compressed between the electrodes 2 and 4 facing each other and retain the contact thereto. Therefore, the electrical connection can be obtained. Even in the case where the electrodes 2 or 4 are coated with an insulation film such as an oxide film, the electrical connection can still realized through the insulation film when the Mohs hardness within the foregoing ranges is retained. The conductive particles 8 are dispersed in the adhesive component 7 between the adjacent electrodes 2 and 2 or 4 and 4, and the electrical insulation is thereby retained. When the particle diameter d is set to such a value as at most 0.5 times as large as the

inter-electrode intervals, short circulation possibly generated by the transverse contact of the particles can be prevented.

[0036] Embodiment 1

5 pts.wt. of conductive particles in which nickel plating layers are formed on surfaces of benzoguanamine resin particles (manufactured by Nihon Chemical Industrial Co., Ltd., average particle diameter $d = 5 \mu\text{m}$, hardness (K value) $= 7,490 \text{ N/mm}^2$) was evenly dispersed in a thermosetting insulating adhesive component in which 50 pts.wt. of epoxy resin (EPICOAT 1009, product name, manufactured by Japan Epoxy Resins Co., Ltd.) and 45 pts.wt. of a latent curing agent (HX3721, product name, manufactured by Asahi Kasei Corporation) were mixed, so that an anisotropic conductive connection material film having the thickness of $20 \mu\text{m}$ was obtained. The film was interposed between an IC chip (outer shape $= 6.3 \text{ mm}^2$, $h = 1.4 \mu\text{m}$, $s = 100 \mu\text{m}$) in which aluminum is used as a material of an electrode surface (thickness $= 1 \mu\text{m}$) and a glass / epoxy circuit substrate (material of electrode $=$ copper (nickel / gold plating), electrode thickness $18 \mu\text{m}$), and they were thermally bonded to one another for 20 seconds at 180°C and 150N. A conducting resistance immediately after the connection was 5 to $10 \text{ m}\Omega$ per terminal, and an insulating resistance between the adjacent electrodes was at least $10^8 \Omega$. Thus, the obtained connection was favorable.

[0037] Embodiment 2

5 pts.wt. of conductive particles (manufactured by Nihon Chemical Industrial Co., Ltd., average particle diameter $d = 3 \mu\text{m}$) having a different average diameter and made of the same material was evenly dispersed in the thermosetting insulating adhesive component prepared in the embodiment 1, so that a connection

material film having the thickness of 20 μm was obtained. The obtained connection material film was interposed between an IC chip and a circuit substrate having the same specifications as those used in the embodiment 1, and subjected to the thermal bonding under the same conditions as those in the embodiment 1. The conducting resistance immediately after the connection was 5 to 10 $\text{m}\Omega$ per terminal, and the insulating resistance between the adjacent electrodes was at least $10^8 \Omega$. Thus, the obtained connection was favorable.

[0038] Embodiment 3

5 pts.wt. of conductive particles (manufactured by Nihon Chemical Industrial Co., Ltd., average particle diameter $d = 10 \mu\text{m}$) having a different average diameter and made of the same material was evenly dispersed in the thermosetting insulating adhesive component prepared in the embodiment 1, so that a connection material film having the thickness of 20 μm was obtained. The obtained connection material film was interposed between an IC chip and a circuit substrate having the same specifications as those used in the embodiment 1, and subjected to the thermal bonding under the same conditions as those in the embodiment 1. The conducting resistance immediately after the connection was 5 to 10 $\text{m}\Omega$ per terminal, and the insulating resistance between the adjacent electrodes was at least $10^8 \Omega$. Thus, the obtained connection was favorable.

Fig. 1

- 1 circuit substrate
- 2 electrode
- 3 semiconductor element
- 4 electrode

- 5 passivation film
- 6 connection material
- 7 adhesive component
- 8 conductive particle
- 10 connected body

1/24

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-189171

(P2001-189171A)

(43) 公開日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 R 11/01	5 0 1	H 0 1 R 11/01	5 0 1 E
			5 0 1 A
H 0 1 B 1/00		H 0 1 B 1/00	C
1/22		1/22	D
5/16		5/16	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-316858 (P2000-316858)

(22) 出願日 平成12年10月12日 (2000. 10. 12)

(31) 優先権主張番号 特願平11-289800

(32) 優先日 平成11年10月12日 (1999. 10. 12)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000108410

ソニーケミカル株式会社

東京都中央区日本橋室町1丁目6番3号

(72) 発明者 須賀 保博

栃木県鹿沼市さつき町12-3 ソニーケミカル株式会社内

(72) 発明者 武市 元秀

栃木県鹿沼市さつき町12-3 ソニーケミカル株式会社内

(74) 代理人 100067839

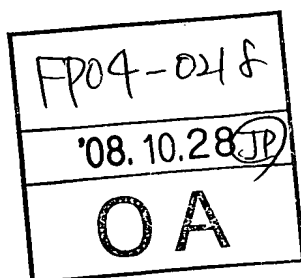
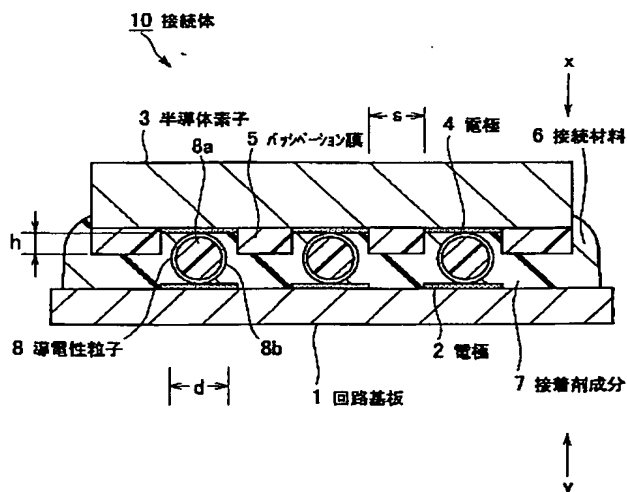
弁理士 柳原 成

(54) 【発明の名称】 異方性導電接続材料

(57) 【要約】

【課題】 樹脂製のパッシベーション膜およびこの膜より低い位置に電極を有する半導体素子と回路基板の接続の場合でも、パッシベーション膜を傷つけることなく、機械的固着とともに、対向する電極間の電気的接続を得、隣接する電極間の絶縁を保持することが可能な異方性導電接続材料を提供することである。

【解決手段】 パッシベーション膜5より低い位置に電極4を有する半導体素子3を接着剤成分7と導電性粒子8を含む接続材料6により回路基板1に接続する際、導電性粒子として高分子核材粒子8aの表面に金属層8bを被覆した粒子であって、粒径dがパッシベーション膜5と電極4の高さの差hの1.5倍以上であり、電極4間の間隔sの0.5倍以下の粒子を用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パッシベーション膜より低い位置に電極を有する半導体素子と、前記電極に対応する電極を有する回路基板とを接続するための接続材料であって、絶縁性の接着剤成分および導電性粒子を含み、前記導電性粒子は高分子核材粒子の表面を金属層で被覆した粒子であり、導電性粒子の平均粒径がパッシベーション膜の高さと半導体素子の電極の高さとの差の1.5倍以上である異方性導電接続材料。

【請求項2】 導電性粒子の平均粒径が隣接する電極間の間隔の0.5倍以下である請求項1記載の異方性導電接続材料。

【請求項3】 導電性粒子が高分子核材粒子を被覆した金属層の表面をさらに絶縁性樹脂で被覆したものである請求項1または2記載の異方性導電接続材料。

【請求項4】 導電性粒子の硬度（K値）が500～10000N/mm²である請求項1ないし3のいずれかに記載の異方性導電接続材料。

【請求項5】 導電性粒子における金属層のMohs硬度が1～6である請求項1ないし4のいずれかに記載の異方性導電接続材料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はパッシベーション膜よりも低い位置に電極を有する半導体素子と回路基板を接続するための異方性導電接続材料に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体を回路基板に実装する技術として、ベアチップのような半導体素子を異方性導電接続材料（以下、ACFという場合がある）により基板に機械的および電気的に接続する方法がある。この方法では半導体素子と回路基板の電極を対向させ、ACFを介在させて熱圧着することにより、両者の機械的固着とともに、対向する電極間を電気的に接続し、隣接する電極間は絶縁状態に保持する。このような方法に適用される半導体素子は、電極としてパンプと呼ばれる突起で形成された電極を備えており、基板側の電極も導体パターンとして突起状に形成されている。このため従来は突起電極同士の接続が一般的であった。

【0003】ところが電極の狭ピッチ化に伴って、パンプの形成が困難になり、パンプすなわち突起物を形成しない電極を有する半導体素子を直接基板に接続する方法が提案されている。このようなパンプのない半導体素子はパッシベーション膜よりも低い位置に電極を有するので、従来とは異なる接続材料が必要になる。

【0004】このような接続材料として、特開平4-30542号には、電極の硬度より大きく、パッシベーション膜の硬度より小さい硬度の導電性粒子を含む異方性

導電接続材料が示されていて、このような導電性粒子としてニッケル粒子が使用されている。しかしニッケルより硬度の大きいパッシベーション膜は限られてしまい、ポリイミド樹脂のような樹脂からなるパッシベーション膜には適用できない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、樹脂製のパッシベーション膜およびこの膜より低い位置に電極を有する半導体素子と回路基板の接続の場合でも、パッシベーション膜を傷つけることなく、機械的固着とともに、対向する電極間の電気的接続を得、隣接する電極間の絶縁を保持することが可能な異方性導電接続材料を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は次の異方性導電接続材料である。

（1）パッシベーション膜より低い位置に電極を有する半導体素子と、前記電極に対応する電極を有する回路基板とを接続するための接続材料であって、絶縁性の接着剤成分および導電性粒子を含み、前記導電性粒子は高分子核材粒子の表面を金属層で被覆した粒子であり、導電性粒子の平均粒径がパッシベーション膜の高さと半導体素子の電極の高さとの差の1.5倍以上である異方性導電接続材料。

（2）導電性粒子の平均粒径が隣接する電極間の間隔の0.5倍以下である上記（1）記載の異方性導電接続材料。

（3）導電性粒子が高分子核材粒子を被覆した金属層の表面をさらに絶縁性樹脂で被覆したものである上記

（1）または（2）記載の異方性導電接続材料。

（4）導電性粒子の硬度（K値）が500～10000N/mm²である上記（1）ないし（3）のいずれかに記載の異方性導電接続材料。

（5）導電性粒子における金属層のMohs硬度が1～6である上記（1）ないし（4）のいずれかに記載の異方性導電接続材料。

【0007】本発明の異方性導電接続材料により接続の対象となる被接続部材の一方は、半導体素子上のパッシベーション膜より低い位置に電極を有する半導体素子である。このような半導体素子はバンプレスICと呼ばれるような電極にバンプ等の突起物を有しない半導体素子が増えられる。このような半導体素子は電極の周囲にパッシベーション膜を有し、パッシベーション膜よりも電極の方が低くなっている。パッシベーション膜としては、ポリイミド樹脂、ポリベンゾシクロブテン、ポリテトラフルオロエチレン（テフロン（登録商標））等の樹脂が用いられる。電極としてはアルミニウム、銅等が使用される。アルミニウムの場合は表面に酸化膜が形成される。このような半導体素子としては、ベアチップと呼ばれる裸の半導体チップが増えられ、このようなベアチ

ップはフェイスダウンの形で回路基板に接続される。

【0008】このような半導体素子を接続する他方の被接続体は回路基板であって、上記半導体素子の電極に対応する位置に電極を有し、この電極から回路パターンが基板の他の部分に伸びるように形成される。回路基板としてはエポキシ樹脂／ガラス基板等の樹脂基板、ガラス基板、ポリイミド樹脂等からなるフレキシブル樹脂基板等があげられる。電極は銅、銀、アルミニウム等の一般の導体が使用される。

【0009】このような被接続部材としての半導体素子と回路基板を接続する異方性導電接続材料は、熱硬化性樹脂を含有する絶縁性接着剤成分および導電性粒子を含む。この接続材料を被接続部材間に介在させ、両側から加圧して相対する電極を押しつけて導電性粒子と接触させ、樹脂を電極の存在しない部分に集め、この部分では導電性粒子を分散させた状態で硬化させて接続することにより、被接続部材間の機械的固着および対向する電極間の電気的接続を得るとともに、隣接する電極間の絶縁性を保持するように構成される。

【0010】本発明の接続材料の絶縁性接着剤成分に用いる熱硬化性樹脂の主剤樹脂としてはエポキシ樹脂、ウレタン樹脂、フェノール樹脂、水酸基含有ポリエステル樹脂、水酸基含有アクリル樹脂など、硬化剤との併用により加熱下またはUV等の光照射下により硬化する樹脂が制限なく使用できるが、特にその硬化温度、時間、保存安定性等のバランスからエポキシ樹脂が好ましい。エポキシ樹脂としては、ビスフェノール型エポキシ樹脂、エポキシノボラック樹脂または分子内に2個以上のオキシラン基を有するエポキシ化合物等が使用できる。このほかラジカル重合型の樹脂であってもよい。これらの樹脂には市販品がそのまま使用できる。

【0011】上記の熱硬化性樹脂の主剤樹脂は一般に硬化剤と併用することにより硬化反応を行うことができるが、主剤樹脂に硬化反応に寄与する官能基が結合している場合は硬化剤を省略することができる。硬化剤としてはイミダゾール、アミン、酸無水物、ヒドラジッド、ジシアンジアミド、これらの変性物など、加熱、光照射等により主剤樹脂と反応して硬化反応を行うものが使用でき、市販品でもよい。このような硬化剤としては潜在性硬化剤が好ましい。

【0012】潜在性硬化剤は常温における製造、保存ならびに比較的低温（40～80℃）による乾燥時には硬化反応を行わず、硬化温度における加熱加圧（熱圧着）またはUV等の光照射により硬化反応を行う硬化剤である。このような潜在性硬化剤としてはイミダゾール、アミン等の上記の硬化剤成分をマイクロカプセル化したものなどが特に好ましく、市販品をそのまま使用することもできる。熱活性の場合、硬化開始温度としては80～150℃のものが好ましい。

【0013】本発明では接続材料に塗布性あるいはフィ

ルム形成性を付与するために、熱可塑性高分子材料を接着剤成分に配合することができる。このような熱可塑性高分子材料としてはフェノキシ樹脂、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、NBR、SBR等が使用できる。このほか本発明の接着剤成分には界面活性剤、カップリング剤、老化防止剤等の添加剤を配合することができる。接着剤成分中に配合するこれらの成分の配合割合は、熱可塑性高分子材料が熱硬化性樹脂に対して0～40重量%、好ましくは1～30重量%、他の添加剤が樹脂成分の合計量に対して0～10重量%、好ましくは1～5重量%とすることができる。

【0014】上記の接着剤成分とともに接続材料に配合される導電性粒子は、高分子核材粒子をメッキ等により導電材で被覆した導電被覆粒子であり、これらの導電性の粒子を絶縁性樹脂で被覆した絶縁被覆導電粒子でもよい。このような導電性粒子は接着剤成分に対して2～40容量%、好ましくは5～25容量%配合することができる。

【0015】前記導電被覆粒子を構成する高分子核材粒子としては、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、シリコン樹脂、アクリル樹脂、アクリル／スチレン樹脂（アクリレートとスチレンとの共重合体）、ポリオレフィン樹脂、メラミン樹脂またはベンゾグアナミン樹脂等の合成樹脂、ジビニルベンゼン架橋体；NBRまたはSBR等の合成ゴム；これらの混合物などからなる粒子が使用できる。これらの中ではスチレン樹脂、アクリル樹脂、アクリル／スチレン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、ジビニルベンゼン架橋体が好ましい。高分子核材粒子の硬度または弾性等は特に制限されず、適宜所望する硬度または弾性等を有するものを選択することができる。

【0016】上記高分子核材粒子を被覆する金属層としては、ニッケル、金、銅、銀等の金属が1種または2種以上使用できるがニッケルが好ましい。これらの金属は高分子核材粒子表面に無電解または電解メッキにより膜状に被覆されているのが好ましい。金属層の膜厚は5～300nm、好ましくは10～200nmであるのが望ましい。特に下地としてニッケルメッキを施し、その上に金メッキを施したものが好ましく、この場合、ニッケル下地メッキの膜厚は10～300nm、好ましくは30～200nm、金メッキの膜厚は5～100nm、好ましくは10～30nmとするのが望ましい。

【0017】導電被覆粒子を絶縁性樹脂で被覆する場合の絶縁性樹脂としては、前記絶縁性接着剤に不溶または難溶であり、熱圧着により被覆が溶融または破壊されて導電性を付与する絶縁性の樹脂が制限なく使用できるが、アクリル樹脂、スチレン樹脂またはアクリル／スチレン樹脂が好ましい。絶縁性樹脂は導電被覆粒子表面に膜状に絶縁被覆されているのが好ましく、特にアクリル樹脂架橋膜、スチレン樹脂架橋膜またはアクリル／スチレン樹脂架橋膜で絶縁被覆されているのが好ましい。絶

緑性樹脂の膜厚は0.05～2μm、好ましくは0.1～0.5μmであるのが望ましい。

【0018】本発明ではこのような導電性粒子として、平均粒径(d)がパッシベーション膜の高さと半導体素子の電極の高さとの差(h)の1.5倍以上、好ましくは1.5～5倍のものを用いる。本発明で用いる導電性粒子は高分子核材粒子の表面を金属層で被覆しているため弾性を有し、電極間で加圧されると圧縮される。このためパッシベーション膜と電極との高さの差(h)より若干大きい平均粒径の導電性粒子を用いても十分な電気的接続は得られないが、上記差(h)の1.5倍以上の平均粒径を有する導電性粒子を用いることにより、十分な電気的接続を得ることができる。

【0019】本発明では導電性粒子の平均粒径(d)は、隣接する電極間の間隔(s)の0.5倍以下、好ましくは0.01～0.5倍とするのが好ましい。粒径が

$$h = F^{2/3} [D^2 (1/R + 1/R')]]^{1/3} \quad \dots (1)$$

$$D = (3/4) [(1 - \sigma^2) / E + (1 - \sigma'^2) / E'] \quad \dots (2)$$

(式中、hはR+R'と両球の中心間の距離の差、Fは圧縮力、E、E'は二つの弾性球の弾性率、σ、σ'は弾性球のポアソン比を表す。)一方の球を剛体の板に置き換えて他方の球と接触させ、かつ両側から圧縮する

$$F = (2^{1/2} / 3) (S^{3/2}) (E \cdot R^{1/2}) (1 - \sigma^2) \quad \dots (3)$$

(式中、Sは圧縮変形量を表す。)

【0022】ここで、次式によりK値を定義する。

$$K = E / (1 - \sigma^2) \quad \dots (4)$$

式(3)と式(4)から容易に次式が得られる。

$$K = (3/\sqrt{2}) \cdot F \cdot S^{-3/2} \cdot R^{-1/2} \quad \dots (5)$$

このK値は球体の硬さ(硬度)を普遍的かつ定量的に表すものである。従って、K値により微粒子の硬さを定量的かつ一義的に表すことが可能である。

【0023】K値は下記測定方法により測定することができる。平滑表面を有する鋼板の上に試料粒子を散布し、その中から1個の試料粒子を選ぶ。次に、粉体圧縮試験機(例えば、PCT-200型、島津製作所製)を用いて、ダイヤモンド製の直径50μmの円柱の平滑な端面で試料粒子を圧縮する。この際、圧縮荷重を電磁力として電気的に検出し、圧縮変位を作動トランスによる変位として電気的に検出する。そして図2に示す圧縮変位-荷重の関係が求められる。この図2から試料粒子の10%圧縮変形における荷重値と圧縮変位がそれぞれ求められ、これらの値と式(5)から図3に示すK値と圧縮歪みの関係が求められる。ただし、圧縮歪みは圧縮変位を試料粒子の粒子径で割った値を%で表したものである。測定条件は以下の通りである。圧縮速度: 定負荷速度圧縮方式で毎秒2.7mNの割合で荷重を増加させる。試験荷重: 最大100mN測定温度: 20℃

【0024】また半導体素子の電極にアルミニウム等の酸化膜のような絶縁性膜が形成される電極材料を用いると、絶縁性膜により導電不良が生じやすいが、このよう

大きい場合には、隣接する電極間では導電性粒子が横方向に接触して短絡する可能性があるが、上記の平均粒径とすることにより、隣接する電極間の短絡による絶縁不良が防止される。

【0020】本発明では導電性粒子の硬度(K値)が500～10000N/mm²、好ましくは1000～8000N/mm²とするのが好ましい。ポリイミド樹脂等の樹脂製のパッシベーション膜は金属粒子によって傷付きやすいが、上記の硬度(K値)とすることによりパッシベーション膜の傷付を防止することが可能になる。

【0021】ここで、上記硬度(K値)について説明する。ランダウーリフシッツ理論物理学教程『弾性理論』(東京図書1972年発行)42頁によれば、半径がそれぞれR、R'の二つの弾性球体の接触問題は次式により与えられる。

【数1】

場合、R'→∞、E≫E'とすると、近似的に次式が得られる。

【数2】

【数3】

【数4】

な絶縁膜を突き破る硬度を有する金属層を高分子核材粒子の表面に被覆すると導通不良を防止することができる。この場合、この金属層はパッシベーション膜を傷付けないものであることが必要である。このため本発明で用いる導電性粒子における金属層のMohs硬さが1～6、好ましくは2～4のものを用いるのが好ましい。

【0025】本発明の接続材料はペースト状またはフィルム状の形態の製品とすることができる。ペースト状とする場合は上記の各成分を選択することにより無溶媒でペースト状とすることができるが、一般的には各成分を溶媒に溶解または分散させてペースト状とすることができる。溶媒としては、アルコール、ケトン、エステル、エーテル、フェノール類、アセタール、窒素含有炭化水素のような溶媒が使用でき、例えば、トルエン、MEK、酢酸エチル、セロソルブアセテート等があげられる。溶媒の使用量は、樹脂成分に対して20～40重量%程度である。フィルム状とする場合は上記のペーストを剥離シートにフィルム状に塗布し、溶媒を揮発させることにより成形することができる。

【0026】上記の接続材料を相対する電極を有する被接続部材としての半導体素子と回路基板間に介在させた状態で、被接続部材の両側から加圧、加熱して、樹脂を

硬化させることにより接続を行う。接続材料がペースト状の場合は半導体素子と回路基板の電極を含む接続領域に接続材料を塗布し、乾燥後あるいは乾燥することなく両者を重ねて圧着し、硬化させる。接続材料がフィルム状の場合は、接続材料を回路基板と半導体素子間に介在させて加圧、加熱、硬化を行う。硬化は加熱のほかUV等の光照射によって行うこともできる。

【0027】上記の接続の工程では、回路基板と半導体素子間に接続材料を介在させた状態で加熱して接続材料の樹脂を溶解させ加圧すると、熱硬化性樹脂が熱硬化して固着接合体となる前に接続材料の樹脂は電極の対向する部分から電極のない部分に流れ、導電粒子が電極間に残って電極間に接触して圧着する。電極のない部分に流れた接着剤成分はその部分で硬化して回路基板と半導体素子間を固着する。これにより対向する電極間の電気的接続および基板と半導体素子間の機械的固着が行われ、隣接する電極間の電気的絶縁が保持される。本発明の接続材料を用いることにより、パッシベーション膜より低い位置に電極を有する半導体素子を回路基板に接続する場合でも機械的固着および電気的接続は良好に行われる。

【0028】上記により回路基板に半導体素子を接続した接続体は、高分子核材粒子を金属層で被覆した導電性粒子を用いるため、樹脂製のパッシベーション膜の場合でもこれを傷付けることなく、しかもパッシベーション膜より低い位置の電極を回路基板に効果的に接続することができる。これにより優れた接着性と電気的接続信頼性が得られ、長期にわたり電極間の導通不良は発生しない。

【0029】

【発明の効果】本発明の異方性導電接続材料によれば、熱硬化性樹脂を含有する接着剤成分と、高分子核材粒子を金属層で被覆した導電性粒子を含み、導電性粒子の平均粒径を半導体素子の電極とパッシベーション膜の高さの差の1.5倍以上となるようにしたので、樹脂製のパッシベーション膜を用いる場合でも優れた接着強度と電気的接続性および絶縁保持性を有する接続体を製造することができる。

【0030】そして導電性粒子の平均粒径を隣接する電極の間隔の0.5倍以下とすることにより、短絡による導通不良を防止することができ、導電性粒子の金属層を絶縁性樹脂で被覆することにより、さらにこの効果は増大する。また導電性粒子として特定の硬度(K値)のものを用いることにより、パッシベーション膜の傷付を防止できる。さらに特定のMohs硬さの金属層で被覆された導電性粒子を用いることにより、電極に絶縁被膜が形成される場合でも電気的接続を良好にすることができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面

により説明する。図1は実施形態の接続体の接続中の状態を示す模式的断面図である。なお、図1では理解が容易なように、実際よりも導電性粒子8の大きさは大きく、数は少なく図示されている。

【0032】図1において、1は回路基板で、電極2を有する。3はICチップ等の半導体素子で電極4およびその周囲にポリイミド樹脂製のパッシベーション膜5を有する。電極4はパッシベーション膜5より低い位置に設けられ、その高さの差はhとなっている。電極2および4は相対する位置に設けられ、これらが対向した状態でフィルム状の接続材料6を挟んで接続される。接続材料6は熱硬化性樹脂を含有する絶縁性の接着剤成分7と導電性粒子8とから形成される。ペースト状接続材料を用いるときは回路基板1にコーティングする。導電性粒子8は高分子核材粒子8aの表面を金属層8bで被覆した構造となっており、平均粒径dはパッシベーション膜5と電極4の高さの差hの1.5倍以上、隣接する電極4の間隔sの0.5倍以下となっている。

【0033】接続方法は回路基板1の接続領域に接続材料6を載せ、これを挟むように半導体素子3を電極2に対向させて置き、接続材料6を加熱しながら矢印xy方向に加圧する。これにより接続材料6の接着剤成分7は溶融して、電極2、4が存在しない部分の回路基板1と半導体素子3間の間隙に流れて熱硬化性樹脂が硬化し、機械的固着により接続体10が得られる。導電性粒子8は対向する電極2、4間に挟まれて電気的接続が行われるとともに、隣接する電極2、4間または4、4間では絶縁性が保たれる。

【0034】この場合、導電性粒子8は前記範囲の硬度(K値)を有するため、パッシベーション膜5を傷付けることはない。また高さの差hの1.5倍以上の粒径dを有するので、対向する電極2、4間に圧縮されて接触を保ち、電気的接続が行われる。このとき、電極2または4に酸化膜等の絶縁被膜が形成される場合でも前記範囲のMohs硬さとすることにより絶縁被膜を突き破って電気的接続が行われる。この導電性粒子8は隣接する電極2、4間または4、4間では接着剤成分7中に分散して絶縁性が維持されるが、粒径dを電極間隔sの0.5倍以下とすることにより、粒子が横方向に接触することによる短絡は防止される。

【0035】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0036】実施例1

エポキシ樹脂(エピコート1009、油化シェルエポキシ(株)製、商品名)50重量部と潜在性硬化剤(HX3721、旭ダウ(株)製、商品名)45重量部を混合した熱硬化型の絶縁性接着剤成分中に、ベンゾグアナミン樹脂粒子の表面にニッケルめっき層を形成した導電性粒子(日本化学工業(株)製、平均粒子径 $d=5\mu\text{m}$ 、硬度(K値)7490N/mm²)5重量部を均一分

散させた厚み $20\mu\text{m}$ の異方導電性接続材料フィルムを作製した。このフィルムを電極部表面の材質がアルミニウム(厚み $1\mu\text{m}$)であるICチップ(外形 6.3mm^2 、 $h=1.4\mu\text{m}$ 、 $s=100\mu\text{m}$)とガラス/エポキシ製回路基板(電極材質銅(ニッケル/金めっき)電極厚み $18\mu\text{m}$)の間に挟み、 180°C 、 150N で20秒間熱圧着した。接続直後の導通抵抗は1端子あたり $5\sim 10\text{m}\Omega$ 、隣接電極間の絶縁抵抗は $10^8\Omega$ 以上で、良好な接続ができた。

【0037】実施例2

実施例1で作製した熱硬化型の絶縁性接着剤成分中に、同材質で平均粒径の異なる導電性粒子(日本化学工業(株)製、平均粒径 $d=3\mu\text{m}$)5重量部を均一に分散させた厚み $20\mu\text{m}$ の接続材料フィルムを作製し、これを実施例1で使用した評価材料と同仕様のICチップと回路基板の間に挟み、実施例1と同条件にて熱圧着した。接続直後の導通抵抗は1端子あたり $5\sim 10\text{m}\Omega$ 、隣接電極間の絶縁抵抗は $10^8\Omega$ 以上で、良好な接続ができた。

【0038】実施例3

実施例1で作製した熱硬化型の絶縁性接着剤成分中に、同材質で平均粒径の異なる導電性粒子(日本化学工業(株)製、平均粒径 $d=10\mu\text{m}$)5重量部を均一に分散させた厚み $20\mu\text{m}$ の接続材料フィルムを作製し、これを実施例1で使用した評価材料と同仕様のICチップと回路基板の間に挟み、実施例1と同条件にて熱圧着した。接続直後の導通抵抗は1端子あたり $5\sim 10\text{m}\Omega$ 、隣接電極間の絶縁抵抗は $10^8\Omega$ 以上で、良好な接続ができた。

【0039】実施例4

実施例1で作製した熱硬化型の絶縁性接着剤成分中に、同材質で平均粒径の異なる導電性粒子(日本化学工業(株)製、平均粒径 $d=20\mu\text{m}$)5重量部を均一に分散させた厚み $20\mu\text{m}$ の接続材料フィルムを作製し、これを実施例1で使用した評価材料と同仕様のICチップと回路基板の間に挟み、実施例1と同条件にて熱圧着した。接続直後の導通抵抗は1端子あたり $5\sim 10\text{m}\Omega$ 、隣接電極間の絶縁抵抗は $10^8\Omega$ 以上で、良好な接続ができた。

【0040】実施例5

実施例1で作製した異方導電性接続材料フィルムを電極部表面の材質が金(厚み $1\mu\text{m}$)であるICチップ(外形 6.3mm^2 、 $h=1.4\mu\text{m}$ 、 $s=100\mu\text{m}$)とガラス/エポキシ製回路基板(電極材質銅(ニッケル/金めっき)、電極厚み $18\mu\text{m}$)の間に挟み、 180°C 、 150N で20秒間熱圧着した。接続直後の導通抵抗は1端子あたり $3\sim 8\text{m}\Omega$ 、隣接電極間の絶縁抵抗は 10^8 以上で、良好な接続ができた。

【0041】比較例1

実施例1で作製した熱硬化型の絶縁性接着剤成分中に、不定形ニッケル粒子(インコ社製、粒径 $5\mu\text{m}$ 以下、硬度(K値) $40000\text{N}/\text{mm}^2$)5重量部を均一に分散させた厚み $20\mu\text{m}$ のフィルムを作製し、これを実施例1で使用した評価材料と同仕様のICチップとガラス/エポキシ製回路基板の間に挟み、実施例1と同条件にて熱圧着したところ、ニッケル粒子がパッシベーション膜を突き破り、ICチップの回路を破壊する断線不良が発生した。このときの接続抵抗は $5\sim 1000\text{m}\Omega$ で、ばらつきが大きく、不安定であった。従って、良好な接続が得られなかった。

【0042】比較例2

実施例1で作製した熱硬化型の絶縁性接着剤成分中に、傾斜合金粒子(旭化成(株)製、平均粒径 $5\mu\text{m}$ 、硬度(K値) $20000\text{N}/\text{mm}^2$)5重量部を均一に分散させた厚み $20\mu\text{m}$ のフィルムを作製し、これを実施例1で使用した評価材料と同仕様のICチップとガラス/エポキシ製回路基板の間に挟み、実施例1と同条件にて熱圧着したところ、傾斜合金粒子がパッシベーション膜を突き破り、ICチップの回路を破壊する断線不良が発生した。このときの接続抵抗は $5\sim 1000\text{m}\Omega$ の間で測定できるものもあったがほとんどの端子で測定不能であった。従って、良好な接続が得られなかった。

【0043】上記の結果、実施例1～5のように高分子核材粒子の表面を金属層で被覆した導電性粒子であって、平均粒径 d がパッシベーション膜と電極の高さの差 d の1.5倍以上である導電性粒子を用いることにより、パッシベーション膜よりも低い位置に電極を有するICチップと回路基板を電気的および機械的に良好に接続することができるが、比較例1、2のように金属粒子を用いた場合にはパッシベーション膜を傷付け良好な接続を行うことができないことがわかる。

【0044】実施例6

ITO(Indium Tin Oxide)電極を1列に有するガラス基板と、電極としてバンク($50\mu\text{m}\times 150\mu\text{m}$ 、ピッチ $80\mu\text{m}$ 、90ピン)を1列に有するICチップとを、実施例1で作製した異方性導電接続材料を挟んで対向させ、ITO電極に対向するバンクの位置を列方向にずらせて変えることにより隣接するITO電極とバンクの間隔を変えた群について、実施例1と同条件で熱圧着を行い接続体を得た。この接続体の隣接端子間に20Vの電圧を印加し、バンク/電極間の距離によるショート発生率を調べた。この場合、絶縁抵抗が $10^8\Omega$ 未満をショートとした。結果を表1に示す。

【0045】

【表1】

表1

	バンプ／電極間距離 (μm)				
	0～5	6～10	11～15	16～20	21～25
ショート発生率 (%)	85	76	70	58	32

【0046】実施例7

実施例6において、実施例1の導電性粒子の表面にアクリル系の熱可塑性樹脂で被覆した導電性粒子に変更した

10 以外は実施例6と同様に行った。結果を表2に示す。

【0047】

【表2】

表2

	バンプ／電極間距離 (μm)				
	0～5	6～10	11～15	16～20	21～25
ショート発生率 (%)	12	5	0	0	0

【0048】実施例6～7の結果より、導電性粒子の粒径がバンプ／電極間距離の0.5倍以下、特に0.2～0.5倍においてショート発生率が少なくなっていることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の接続体の接続状態を示す模式的断面図である。

【図2】導電粒子の圧縮変位と荷重との関係を示すグラフである。

【図3】導電粒子の圧縮歪みとK値との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1 回路基板

2、4 電極

3 半導体素子

5 パッシベーション膜

6 接続材料

7 接着剤成分

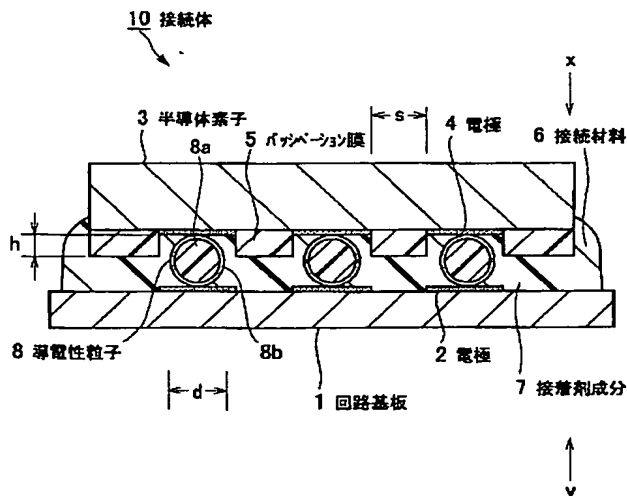
8 導電性粒子

30 8a 高分子核材粒子

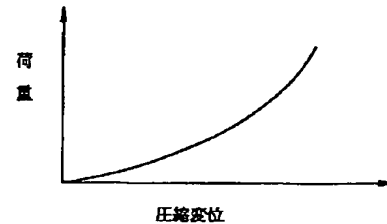
8b 金属層

10 接続体

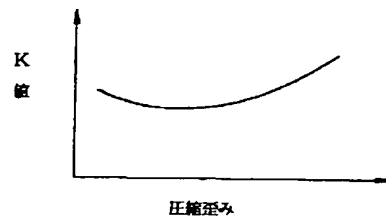
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
// C 0 9 J	9/02	C 0 9 J	9/02
	11/04		11/04
	11/08		11/08
	201/00		201/00
H 0 5 K	3/32	H 0 5 K	3/32
			B